

ФЛОТАЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

This article discusses wastewater treatment by flotation method. Briefly describes the types of flotation and the apparatus used. The electrochemical method of flotation from purification of oily waters is described.

Очистные сооружения сточных вод, в основной массе устарели морально, физически и не справляются с требуемой нагрузкой, а в некоторых населенных пунктах их просто нет. Проблема очистки промышленных стоков приобретает все более серьезное значение, поскольку большинство очистных сооружений предприятий не в состоянии обеспечить качественную очистку стоков в соответствии с существующими нормативами.

Одной из актуальных проблем очистки сточных вод является выделение тонкодисперсных примесей. Основными загрязнителями, в концентрациях, превышающих ПДК, являются соли тяжелых металлов, нефтепродукты, фенолы, аммиак и взвешенные вещества.

Наиболее распространёнными и в то же время трудноудаляемыми загрязнениями являются тонкодисперсные взвеси, представляющие собой твердые частицы размером менее 100 мкм, а также нерастворимые жидкие частицы, образующие с водой устойчивые эмульсии самопроизвольно не коагулирующие и не расслаивающиеся в течение длительного времени.

Известен ряд методов, применяющихся на практике. Часто при разделении гетерогенных систем используются отстойники, но такой способ очистки промышленных стоков в современных условиях часто является бесперспективным и экономически убыточным. Очистка промышленных стоков в песочных и гравийных фильтрах предполагает периодическую регенерацию или замену фильтрующего материала. Применение для целей очистки промышленных стоков гидроциклонов исключает возможность одновременной очистки от жидких и твердых взвесей, а также достижение высокого качества разделения гетерогенной системы.

В этих условиях несомненную перспективу приобретает метод флотационной очистки промышленных стоков, обеспечивающий высокую степень очистки, как от жидких, так и от твёрдых дисперсных взвесей при любом объеме стоков.

Флотацией называют процесс всплывания в жидкой среде частиц дисперсной фазы с прилипшими к ним пузырькам газа. Применение флотационного метода позволяет повысить степень очистки воды, уменьшить расход реагентов, сократить продолжительность процесса очистки, снизить обводнённость извлекаемых загрязнений и тем самым упростить процесс их дальнейшей переработки.

При незначительном времени пребывания сточных вод во флотационных установках (20–40 мин) обеспечивается весьма высокий эффект очистки (до 90 – 98 %) от нерастворимых примесей и взвешенных веществ. Очистка флотацией сточных вод сопровождается одновременно такими явлениями как аэрация, снижение концентрации поверхностно-активных веществ, бактерий и микроорганизмов, что способствует дальнейшей очистке сточных вод, улучшает их общее санитарное состояние, а иногда может иметь самостоятельное значение и явиться решающим фактором при выборе метода предварительной очистки. Флотационные методы лучше других справляются с удалением из стоков поверхностно-активных веществ, белков, жиров, нефтепродуктов.

Процесс флотации основан на способности пузырьков газа (воздуха), введенных в очищаемую сточную воду, взаимодействовать со взвешенными в ней частицами и подниматься вместе с ними к поверхности осветленной жидкости. Эффект взаимодействия пузырьков газа с дисперсной фазой определяется их адгезионно-поверхностными свойствами, что даёт возможность удалять из воды как твёрдую, так и жидкую тонкодисперсную взвесь.

Различают пенную, пленочную, масляную и другие виды флотации.

Необходимыми условиями пенной флотации являются способность твердой частицы прилипать к пузырьку газа в воде, и способность пульпы образовывать устойчивую пену.

Сущность пленочной флотации заключается в том, что измельченную руду обрабатывают реагентами и насыпают с небольшой высоты на поверхность воды. Не смачиваемые частицы остаются на поверхности воды, а остальные переходят в жидкую фазу и оседают вниз.

Масляная флотация представляет собой процесс всплывания агрегатов частиц, включенных в масляные оболочки. С этой целью измельченную руду смешивают с водой, в которой находится диспергированное жидкое масло.

Одним из вариантов флотационного метода разделения неоднородных систем является ионная флотация. Как правило, для ионной флотации применяют собиратели, которые представляют собой высоко поверхностно-активные вещества. Собиратель электростатически притягивает ионы к поверхности пузырька или же связывает их в координационное или любое другое поверхностно-активное соединение. Достоинством ионной флотации является высокая степень селективности. Так, при соответствующих условиях представляется возможным разделить ионы различных элементов, имеющие одинаковые по величине и знаку заряды. Для ионной флотации характерно образование тонкого слоя неустойчивой пены, стабилизированной малорастворимыми адсорбционными слоями. Такая пена разрушается в разделительном аппарате, превращаясь в так называемую пенку – плохо растворимый гидрофобный продукт, в котором концентрируется извлекаемое из раствора вещество. Ионная флотация находит применение при очистке сточных вод и для извлечения металлов из разбавленных растворов. Как выяснилось, флотационные методы извлечения ионов и молекул из растворов наиболее перспективны при низкой концентрации вещества, меньше $10^{-3} - 10^{-2}$ моль/л.

Для осуществления процессов флотационной водоочистки в настоящее время используются три основных типа аппаратов, в которых применены различные способы организации взаимодействия фаз:

1) пневматические, механические и пневмомеханические аппараты, в которых флотация осуществляется пузырьками, образующимися путем

механического диспергирования воздуха (устройствами барботажного типа, механическими турбинами-импеллерами);

2) аппараты с изменением давления, аэрация в которых обеспечивается выделением газов из пересыщенных растворов воздуха в воде (вакуумные и напорные аппараты);

3) электрофлотационные аппараты [1].

Широкое распространение метод флотации получил в практике очистки нефтесодержащих сточных вод. Сточные нефтесодержащие воды представляют собой дисперсную систему, в которой дисперсионной средой является вода, а дисперсной фазой – нефть, нефтепродукты и взвешенные вещества. Характерные признаки такой системы: наличие большой поверхности раздела фаз, высокая устойчивость. Глобулы нефти, диспергированной в воде, всплывают на поверхность под действием выталкивающей силы. Однако, вследствие высокой устойчивости системы, выделить нефтепродукты отстаиванием с высокой степенью эффективности невозможно.

Более эффективным методом извлечения нефтепродуктов из водных систем является флотация. В практике очистки нефтесодержащих вод широкое распространение получил электрохимический способ. Перспективность электрофлотации (ЭФ) связана с образованием при электролизе воды высокодисперсных пузырьков газа, что позволяет извлекать гидрофильные частицы без применения реагентов-собирателей. Существенным преимуществом ЭФ является возможность неограниченного насыщения очищаемой жидкости пузырьками, а также простота осуществления процесса газонасыщения, что допускает частые перерывы в этом процессе. Более того, возможность чередования периодов газонасыщения и пауз позволяет интенсифицировать флотационное извлечение примесей в условиях усиленного насыщения воды пузырьками газа в результате их импульсной подачи в жидкость [2]. Возможность неограниченного газонасыщения воды пузырьками высокой дисперсности позволяет использовать ЭФ для извлечения мелких частиц, а простота процесса газонасыщения обеспечивает данному методу

существенные преимущества перед другими видами флотации: высокую дисперсность газовых пузырьков, сопоставимую с дисперсностью извлекаемых загрязнений; возможность регулирования процесса путем изменения насыщения жидкости пузырьками газа; возможность одновременного извлечения примесей, имеющих различный фазово-дисперсный состав; высокую скорость процесса; экономичность и др. [3].

Для очистки сточных вод от нефтепродуктов предложено три варианта интенсификации работы электрофлотаторов: с дискретным расположением электродных блоков, с вихревыми потоками раздельной обработкой воды водородом и кислородом.

Все электрофлотаторы обладают высоким эффектом очистки сточных вод от нефтепродуктов, однако в случае высокого содержания растворенных в воде трудноокисляемых веществ, предпочтение следует отдавать электрофлотатору с раздельной обработкой воды водородом и кислородом.

Таким образом, флотация – эффективный и экономически выгодный метод очистки стоков, который используют при очистке сточных вод от взвесей и различных органических веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, Д. В., Николаев, Н. А., Лаптев, А. Г. Комплексная очистка стоков промышленных предприятий методом струйной флотации / Д. В. Алексеев [и др.]. – Казань : КГТУ, 2005. – 156 с.
2. Дерягин, Б. В., Духин, С. С., Рулев, Н. Н. Микрофлотация / Б. В. Дерягин [и др.]. – М.: Химия, 1986. – С. 26.
3. Назаров, В. Д., Зенцов, В. Н., Назаров, М. В. Водоснабжение в нефтедобыче / В. Д. Назаров [и др.]. – Уфа: Нефтегазовое дело, 2010. – С. 56.